

HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

Conference Paper, Published Version

Steinbacher, Frank; Otto, Angelika; Stadler, Tobias

Gewässerstrukturkartierung aus der Luft - Ersterfassung und Prozessevaluierung mit Hilfe hochaufgelöster topobathymetrischer Vermessungsdaten, Luftbildern, Spektral- und Thermaldaten

Dresdner Wasserbauliche Mitteilungen

Zur Verfügung gestellt in Kooperation mit/Provided in Cooperation with:

Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/103346>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

Steinbacher, Frank; Otto, Angelika; Stadler, Tobias (2016): Gewässerstrukturkartierung aus der Luft - Ersterfassung und Prozessevaluierung mit Hilfe hochaufgelöster topobathymetrischer Vermessungsdaten, Luftbildern, Spektral- und Thermaldaten. In: Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik (Hg.): Gewässerentwicklung & Hochwasserrisikomanagement - Synergien, Konflikte und Lösungen aus EU-WRRRL und EU-HWRM-RL. Dresdner Wasserbauliche Mitteilungen 57. Dresden: Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik. S. 411-422.

Standardnutzungsbedingungen/Terms of Use:

Die Dokumente in HENRY stehen unter der Creative Commons Lizenz CC BY 4.0, sofern keine abweichenden Nutzungsbedingungen getroffen wurden. Damit ist sowohl die kommerzielle Nutzung als auch das Teilen, die Weiterbearbeitung und Speicherung erlaubt. Das Verwenden und das Bearbeiten stehen unter der Bedingung der Namensnennung. Im Einzelfall kann eine restriktivere Lizenz gelten; dann gelten abweichend von den obigen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Documents in HENRY are made available under the Creative Commons License CC BY 4.0, if no other license is applicable. Under CC BY 4.0 commercial use and sharing, remixing, transforming, and building upon the material of the work is permitted. In some cases a different, more restrictive license may apply; if applicable the terms of the restrictive license will be binding.



Gewässerstrukturkartierung aus der Luft – Ersterfassung und Prozessevaluierung mit Hilfe hochaufgelöster topobathymetrischer Vermessungsdaten, Luftbildern, Spektral- und Thermaldaten

Frank Steinbacher
Angelika Otto
Tobias Stadler

Bei der Gewässerstrukturkartierung stellt die Begehung nach dem Vor-Ort-Verfahren noch den Stand der Technik dar. Die luftgestützte Datenerhebung und -auswertung von hochaufgelösten, räumlichen Daten spielt eine immer größere Rolle. Gerade Spektral- und Luftbilddaten stellen hierfür die wesentliche Datengrundlage aus der Fernerkundung dar. Jedoch zeigen Studien, dass die fehlende spektrale und räumliche Auflösung von klassischen Luft- und Satellitenbildern der dominant limitierende Faktor für Anwendungen im Feuchtgebietsvegetationsbereich sind.

Eine neue technische Entwicklung zur kombinierten geometrischen Vermessung von Land- und Wasserstrukturen (topobathymetrisches Laserscanning / Hydro-mapping) eröffnet bei der Gewässerstrukturkartierung nun auch neue Möglichkeiten. Nicht nur die detailgetreue und hochaufgelöste Erfassung der Gewässersohle sollte zukünftig im Vordergrund stehen, sondern auch die Datenerhebung für die anstehenden Aufgaben der Gewässerstrukturkartierung im Zuge der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie. Mit Hilfe von hochaufgelösten, topo-bathymetrischen Datensätzen in Verbindung mit RGB-, Spektral- und Thermaldaten aus niedrigen Flughöhen (RGB GSD~5cm, Thermal- und Spektraldaten ~20cm GSD) werden nun Herangehensweisen entwickelt, die neben der Kartierung auch eine verbesserte Biomasseermittlung ermöglichen. Ziel der laufenden Untersuchungen von hochaufgelösten Datenkombinationen aus RGB-, Thermal-, Hyperspektral- und topo-bathymetrischen Laserscandaten ist es neue Automatismen und vor allem höhere Genauigkeiten und Klassifikationsmerkmale zu erfassen.

1 Anlass

Informationen über die Struktur unserer Gewässer sind unverzichtbare fachliche Grundlagen für hydromorphologische Planungen am Gewässer gemäß EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL). Zur standardisierten Erfassung der strukturel-

len Eigenschaften, der Wechselwirkungen und der dynamischen Veränderungen für jeden einzelnen Abschnitt eines Gewässerlaufes wird die Gewässerstrukturkartierung eingesetzt. Hier stellt die Begehung nach dem Vor-Ort-Verfahren den Stand der Technik dar.

Die luftgestützte Datenerhebung und -auswertung von hochaufgelösten, räumlichen Daten spielt eine immer größere Rolle. Gerade Spektral- und Luftbilddaten stellen hierfür die wesentliche Datengrundlage aus der Fernerkundung dar. Die fehlende spektrale und räumliche Auflösung von klassischen Luft- und Satellitenbildern setzt hier enge Grenzen für die Anwendung im Feuchtgebietsvegetationsbereich.

Eine neue technische Entwicklung zur kombinierten geometrischen Vermessung von Land- und Wasserstrukturen (topobathymetrisches Laserscanning) eröffnet bei der Gewässerstrukturkartierung neue Möglichkeiten.

2 Gewässerstrukturkartierung im Vor-Ort-Verfahren

2.1 Kurzbeschreibung Vor-Ort-Verfahren

Von Verwaltungsorganen der Wasserwirtschaft, wie z. B. dem Bayerischen Landesamt für Umwelt (LfU) wurden zur Erfassung und Bewertung der Gewässerstruktur Anleitungen für die Datenerhebung nach dem Vor-Ort-Verfahren erarbeitet. Die Daten werden hierbei durch Auswertung vorhandener Luftbilder und Karten sowie über Geländebegehungen erhoben. Als Ergebnis liefert die Gewässerstrukturkartierung eine Bewertung der Strukturklassen auf unterschiedlichen Ebenen, ausgedrückt durch einen Zahlenwert sowie verbale Beschreibungen zu den 100-m-Abschnitten. Die Daten werden über entsprechende Software mobil in einer Datenbank zur Gewässerstruktur gespeichert und für konkrete Planungszwecke herangezogen. Für die Bearbeitung sind fundierte Erfahrungen im Umgang mit Gewässern und Geographischen Informationssystemen erforderlich.

Die Struktur der Gewässersysteme wird anhand von z. B. 26 Einzelparametern erfasst, von denen in Bayern beispielsweise 21 in die Bewertung eingehen. Fünf Parameter werden lediglich nachrichtlich für Planungszwecke aufgenommen. Das Verfahren zur Datenerhebung ist teilweise von Bundesland zu Bundesland unterschiedlich und bezieht sich im Zuge der weiteren Ausführungen hier nun auf das Vor-Ort-Verfahren in Bayern.

2.2 Datenerhebung Vor-Ort-Verfahren

Vorbereitung im Büro

Vorbereitend werden im Büro alle Hintergrund-Informationen und deren Auswertung auf einem Tablet-PC aufgespielt. Sie bilden die Grundlage für die Geländearbeit.

Im Büro erfolgt auch die Einstufung des potenziell natürlichen Zustandes der Parameter Taltyp, Krümmungstyp, Lauftyp, Sedimenttyp und Gewässerbreite auf Basis der Steckbriefe zu den Fließgewässerlandschaften und von Referenzabschnitten.

Querbauwerke werden im Vor-Ort-Verfahren zunächst in der „Erfassung und Bewertung der flussaufwärtsgerichteten fischbiologischen Durchgängigkeit von Querbauwerken in Fließgewässern (Bayerisches Verfahren)“ aufgenommen und die Ergebnisse werden in die Gewässerstrukturkartierung übernommen.

Der Parameter Laufkrümmung kann durch Auswertung aktueller Luftbilder ebenfalls vor der Geländearbeit im Büro beschrieben werden.

Geländearbeit

Bei der Geländekartierung wird das Gewässer abgegangen und von den Ufern aus die Ausprägung der Parameter erfasst bzw. überprüft. Maßgebend für die Zuordnung ist die am Abschnitt überwiegende Ausprägungsstufe. Alle begehbaren Brücken werden zu einer Bewertung der Gewässersohle genutzt. Bei schlechter Zugänglichkeit von Land aus ist eine Kartierung der Gewässer mit einem Boot notwendig. Für jeden einzelnen Kartierabschnitt wird die Bewertung der Parameter vor Ort in den Tablet-PC eingegeben.

Für die Geländearbeit ist es notwendig, dass der Wasserstand etwas unter dem Mittelwasser liegt und keine üppige Vegetation oder Eis und Schnee die Sohl- bzw. Uferstrukturen verdecken. Bei zu niedrigen Wasserständen kann es bei abflussabhängigen Parametern, wie zum Beispiel dem Strömungsbild oder dem Rückstau zu falschen Einschätzungen kommen. Zu dichter Uferbewuchs behindert die Einschätzung von Uferverbau, Ufererosion und Sonderstrukturen. Zur Kartierung empfohlen werden die Monate November bis April und eine Kartierrichtung vom Oberlauf zur Mündung. Bei einigen Parametern (Sohlverbau, Durchlass/Verrohrung/Brücke, Tiefenvariabilität, Sohlsubstratvielfalt, Kolmation, Sohlsubstrat mineralisch/organisch) können bei hoher Schwebstoffführung, großer Gewässertiefe/-breite, eingeschränkter oder fehlender Sichtbarkeit der Sohle möglicherweise keine Aussagen gemacht werden. Teilweise kann es fachlich ausreichend sein, sich auf die Beurteilung ufernaher Bereiche zu beschrän-

ken, ansonsten muss die Einstufung im Gelände entfallen. Es ist zu prüfen, ob bestehende Daten (Sedimentdatenbanken der Wasserstraßen, Sohlverbaudaten bei Unterhaltungsträgern etc.) vorliegen. Ansonsten ist „nicht erkennbar“ einzutragen.

Jeder Kartierabschnitt ist mit mindestens einem repräsentativen Foto zu dokumentieren (mit GPS-Daten) ebenso wie repräsentative Querbauwerke innerhalb eines Abschnitts.

3 Datenerhebung auf Basis der Befliegungsdaten

3.1 Kurzbeschreibung

Die neue technische Entwicklung zur kombinierten geometrischen Vermessung von Land- und Wasserstrukturen (topobathymetrisches Laserscanning) eröffnet über die detailgetreue und hochauflösende Erfassung der Gewässersohle bei der Gewässerstrukturkartierung neue Möglichkeiten. Mit Hilfe von hochauflösenden topobathymetrischen Datensätzen in Verbindung mit RGB-, Spektral- und Thermaldaten aus niedrigen Flughöhen von ca. 500 m (RGB GSD ~5 cm, Thermal- und Spektraldaten ~20 cm GDS) werden Herangehensweisen entwickelt, die neben der Kartierung auch eine verbesserte Biomasseermittlung ermöglichen. Ziel der laufenden Untersuchungen von derart hochauflösenden Datenkombinationen ist es, neue Automatismen und vor allem höhere Genauigkeiten und Klassifikationsmerkmale zu erfassen.



Abbildung 1: Hoch aufgelöstes Luftbild des Wielenbach (Quelle: *Steinbacher Consult*, 2015)

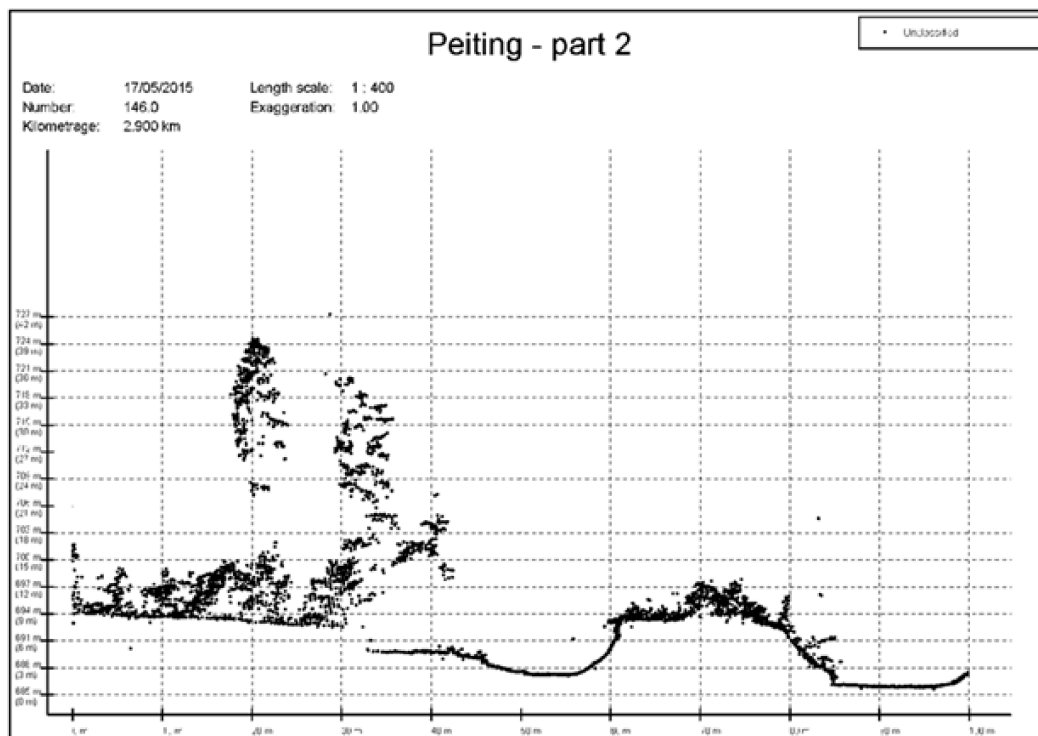


Abbildung 2: Laserscan des Wielenbach bei Peiting (Quelle: *Steinbacher Consult*, 2015)

3.2 Datenerhebung

Die Kartierung der Gewässer soll vollständig anhand luftgestützter Datenerhebung und -auswertung von hochaufgelösten, räumlichen Daten durchgeführt werden. Die bei der Befliegung des Gewässers erhobenen Daten werden in einem Geoinformationssystem (ArcGIS) aufbereitet und entsprechend ihrer Aussagekraft gegenüber den 26 Parametern ausgewertet. Die Erhebung der Parameter erfolgt mit Hilfe der vom LfU zur Verfügung gestellten Kartierungssoftware GSK-Mobil, welche auf dem Programm GISPAD der Firma conterra basiert. Die jeweiligen Parameter werden größtenteils durch Auswahlfelder, in Einzelfällen durch Textfelder mit freier Eingabe erhoben. Nach Abschluss der Parametereingabe für einen Gewässerabschnitt werden automatisch die Gewässerstrukturklasse sowie die untergeordneten Parameter dieses Teilabschnitts berechnet.

4 Erfassung der Parameter im Methodenvergleich

Nachfolgend soll die Methode der Vor-Ort-Erfassung nach der Kartieranleitung des bayerischen Landesamts für Umwelt mit der Datenerhebung durch Befliegung verglichen werden. Die Aussagen basieren auf Erfahrungen, die im Zuge

eines Pilotprojektes „Gewässerstrukturkartierung Wielenbach, Hauserbach und Peiting Mühlbach“ in Peiting gewonnen wurden.

Als Laufkrümmung wird der aktuelle Verlauf des Gewässerbettes bezeichnet. Der Kartier-Parameter Laufkrümmung wird sowohl im Vor-Ort-Verfahren als auch bei der Befliegungsmethode durch Auswertung aktueller Luftbilder vor der Geländearbeit im Büro erfasst. Die Laufkrümmung ist ein hoch integrierender Indikator, der eine Reihe weiterer Strukturmerkmale des Gewässerbettes zusammenfasst. Anhand von Laufveränderungen kann auch die Naturnähe von Erosions- und Sedimentationsprozessen beurteilt werden.

Als Sohlverbau sind flächenhafte Verbauungen der Gewässersohle zu kartieren. Als Uferverbau gelten alle eingebrachten Materialien und Bauwerke zur Stabilisierung der Ufer gegen Erosion durch fließendes Wasser. Der Uferverbau ist bei Geländebegehungen in der Regel gut zu erfassen. Sohlverbau ist nur bei niedrigen Wasserständen und klarem Wasser eindeutig zu erkennen. Sohl- und Uferverbau sind anhand der aus Laserscandaten errechneten Profilbilder in der Regel zu erkennen. Allerdings kann wie auch im Vor-Ort-Verfahren überhängende Vegetation die Erfassung erschweren.

Als Querbauwerke werden alle quer (oder schräg) zur Fließrichtung verlaufenden Einbauten erfasst, die sich meist über die ganze Breite des Gewässerbettes erstrecken und als Sohlenstufen ausgebildet sind. Wichtig sind hier Angaben über die Fallhöhe, Durchgängigkeit, Vorhandensein von Umgehungsgerinnen. Die Lage der Querbauwerke und Umgehungsgerinne kann aus gewöhnlichen Luftbildern abgelesen werden. Im Gelände müssen Angaben zur Fallhöhe geschätzt und Angaben zur Durchgängigkeit aus der Art der Ausgestaltung abgeleitet werden. Aus den Laserscan-Längsprofilen lassen sich genaue Angaben zur Fallhöhe gewinnen. Aus der morphologischen Ausgestaltung der Sohlenstufen lassen sich Angaben zur Durchgängigkeit über Längsschnitte ableiten.

Bei Verrohrungen, Durchlässen und Brücken ist zu bewerten, ob das Bauwerk den für das jeweilige Gewässer typische Geschiebetransport, den Abfluss oder die biologischen Eigenschaften beeinträchtigt. Vor Ort erfolgt dies durch Sicht-Erfassung und Abschätzung der Öffnungsgrößen sowie Beschreibung der morphologischen Strukturen im, vor und nach dem Durchlass. Die Daten der Befliegungsmethode liefern hier nicht in jedem Fall eindeutige Ergebnisse, da die Durchlassöffnungen abhängig von der Richtung der Aufnahmeerfassung, nicht immer sichtbar sind. Zudem ist die Sohle weder auf Luftbildern noch im Laserscan erkennbar, was eine Bewertung über strukturelle Beeinträchtigung in diesem Bereich verwehrt. Auch ob eine Verengung des Querschnitts vorliegt kann nicht in jedem Fall aus den Befliegungsdaten abgeleitet werden.

Für den Parameter Ausleitungen ist zu erfassen, ob am Fließgewässer Wasser entnommen wird, etwa zum Antrieb von Turbinen oder als Kühlwasser. Im Gelände lassen sich Ausleitungen unterschiedlich gut erkennen. Meist deutet ein angrenzender Fischteich oder eine Turbinenanlage darauf hin. Diese Anlagen sind im hochaufgelösten Luftbild gut zu erkennen und zu bewerten.

Mit dem Parameter Strömungsbild werden die bei mittleren Wasserständen an der Wasseroberfläche erkennbaren Strömungsbilder erfasst. Technisch bedingte Strömungsbilder werden negativ bewertet. Ein naturbedingter Rückstau zum Beispiel durch Talverengungen, Verklausungen, Biberdämme wird nicht gewertet. Im Gelände sind die Strömungsbilder bei Mittelwasser gut abzulesen. Auf Laserscanprofilen- und Luftbildern sind technisch bedingte, veränderte Strömungsbilder nicht zu erkennen. Allerdings können die technischen Bauwerke und Gewässerveränderungen, die zu den Veränderungen des Strömungsbilds führen, erkannt werden und die technisch veränderten Strömungsbilder so abgeleitet werden.

Für den Parameter Querprofile sind die typischen Profiltypen des Gewässerabschnitts zu definieren. Als Profiltiefe wird die mittlere Höhendifferenz zwischen der Böschungsoberkante und dem Sohlniveau betrachtet. Die Querprofile sind im Vor-Ort-Verfahren schwer zu erfassen. Sie werden unter anderem anhand der Böschungs- und der Uferlinien beurteilt. Insbesondere wenn die Sohle nicht sichtbar ist, muss die Wassertiefe geschätzt werden. Die Angabe kann nur als grober „Anhaltswert“ dienen. Deshalb werden im bayerischen Vor-Ort-Verfahren auch nur zwei Ausprägungen (flach/vertieft) unterschieden. Die Gewässervermessung aus der Luft ermöglicht dagegen eine genaue Darstellung der Querprofile nicht nur punktuell sondern für das gesamte Gewässer und damit eine wertvolle Planungsgrundlage für alle Maßnahmen am Gewässer.

Mit dem Parameter Tiefenvariabilität werden die Häufigkeit des Wechsels der Gewässertiefen sowie die Ausbildung der Sohle erhoben. Mit der Breitenvariabilität werden Häufigkeit und Ausmaß des natürlichen Breitenwechsels der Querprofile auf Höhe ca. der Mittelwasserlinie, also die Wasserspiegelbreite bei mittleren Wasserständen erfasst. Sie wird im Vor-Ort-Verfahren an der Lage der Wurzeln von Ufergehölzen oder der Zonierung von Wasserpflanzen sowie der Röhricht- und Staudenvegetation auf der Uferböschung bestimmt. Die luftgestützte Datenerhebung ermöglicht die genaue Abbildung der Gewässerprofile aus denen sich die Tiefen- und Breitenvariabilität für alle Gewässerbereiche ablesen lassen.

Als Anzeichen für Erosion werden bei der Vor-Ort-Kartierung vegetationsfreie Anrisse, Abbrüche und Unterspülungen der Ufer kartiert. Bei Waldbächen ist Ufererosion oft an freigespülten Wurzeln zu erkennen. Die luftgestützte Daten-

erhebung ist bezüglich der Ufererosion in ihrer Aussagekraft weniger eindeutig. Erodierte Uferabschnitte lassen sich auch vom geschulten Betrachter auf den hochauflösenden Luftbildern nicht immer eindeutig erkennen.

Als Anlandungen sind Sedimentakkumulationen (unter der Wasseroberfläche oder darüber hinaus) zu kartieren, die bei mittleren und niedrigen Wasserständen erkennbar sind. Vor Ort können Anlandungen in der Regel gut angesprochen werden und ihre Lage ungefähr erfasst werden. Laserscanprofile machen hier genaue Angaben über Lage und Ausdehnung von Anlandungen möglich.

Der Hauptparameter Strukturausstattung fasst die Parameter Böschungsbewuchs, Sonderstrukturen, Strömungsvielfalt, Sohlsubstratvielfalt und Kolmation zusammen. Gewässerabschnitte mit Beeinträchtigungen der Hauptparameter Verlagerungspotenzial und Entwicklungsanzeichen können auf Grund einer sehr guten Strukturausstattung um eine Bewertungsstufe aufgewertet werden. Da die empfohlene Kartierzeit des Vor-Ort-Verfahrens zwischen Oktober und Mai liegt, kann der Uferbewuchs nicht in seiner vollen Ausprägung aufgenommen werden. Eine Zuordnung der Vegetationstypen ist jedoch möglich. Im Luftbild-Verfahren können die typische Ufer- und Auevegetation von geschultem Fachpersonal nach einer Referenzkartierung am Gewässer in hoch auflösenden Luftbildern hinreichend erkannt werden. Die Angabe von Artvorkommen und Neophyten ist nicht möglich. Bei Sonderstrukturen sind Zuordnungen nicht immer möglich. Hier sind bei Bedarf punktuelle Nachkartierungen notwendig.

Der Parameter Sohlsubstrat erfasst die flächenmäßig dominierenden organischen Substrate auf der Gewässersohle im Mittelwasserbereich. Der Parameter Sohlsubstratvielfalt dokumentiert Häufigkeit und Ausmaß des Wechsels unterschiedlicher Substrate bei mineralischen und organischen Substraten auf der Sohle. Dieser Parameter wird nachrichtlich erfasst und geht nicht in die Bewertung ein. Bei niedrigem Wasserstand kann die Sohlsubstratvielfalt im Gelände gut angesprochen werden. Bei tieferem und trübem Wasser ist eine eindeutige Erfassung nicht möglich. Die luftgestützte Datenerhebung lässt keine eindeutige Aussage zu.

Im Rahmen der Gewässerstrukturkartierung sollen die Gewässerabschnitte ausgewählt werden, an denen später vertiefte Untersuchungen zur Kolmation erfolgen sollen. Zudem geht die Kolmation als Parameter in die Bewertung der Strukturausstattung ein. Erhoben wird der Grad der Verfestigung der Gewässersohle durch die Ablagerung von Feinmaterialien im Lückensystem poröser Fließgewässersohlen. Als einfache Erfassungsmethoden stehen z. B. die Handprobe (Entnahme von Steinen aus der Sohle und Beurteilung des Verfüllungs- und Verfestigungsgrades), die Stiefelprobe (Aufwirbeln des Sohlsubstrates mit

Gummistiefel) oder Stocherprobe zur Verfügung. Die luftgestützte Datenerhebung lässt keine Bewertung der Kolmation zu.

Mit dem Parameter Ausuferungsvermögen wird die Verminderung des Abflussgeschehens gegenüber dem Idealzustand des jeweiligen Gewässers durch Eingriffe wie Flutmulden, Anlagen zum Hochwasserrückhalt oder durch Gewässer Ausbau bewertet. Vor Ort kann dies durch Erfassen von Geländemodellierungen und durch charakteristische Vegetationsbestände abgeschätzt werden. Aus Laserscanprofilen und Geländevermessungen können genaue Angaben über mögliche Ausuferungen gewonnen werden.

Der unmittelbar an das Gewässer angrenzende Teil der Aue wird mit seiner dominanten Ausprägung und Nutzung erfasst. Als Auegewässer werden Stillgewässer und Flutmulden/Hochflutrinnen in der natürlichen Aue dokumentiert. Sie sind im Gelände bei günstigem Kartierzeitpunkt gut zu erkennen. Im Luftbild-Verfahren können die typische Auevegetation und die bestehenden Gewässer von geschultem Fachpersonal in hoch auflösenden Luftbildern hinreichend erkannt werden. Durch eine Referenzkartierung kann sich der Bearbeiter das notwendige Wissen aneignen.

Tabelle 1 Eignung der Bewertungsmethoden (Grün = Sehr geeignet, Gelb = bedingt geeignet, Rot = Ungeeignet)

Kennziffer	Einzelparameter	Vor-Ort-Begehung	Luftbilder	Laserscan-Daten
1-1	Laufkrümmung	sehr geeignet	sehr geeignet	sehr geeignet
2-1	Sohlverbau	bedingt geeignet	bedingt geeignet	bedingt geeignet
2-2	Uferverbau	bedingt geeignet	sehr geeignet	bedingt geeignet
2-3	Querbauwerke	sehr geeignet	sehr geeignet	sehr geeignet
2-4	Durchlass/Verrohrung/Brücke	sehr geeignet	bedingt geeignet	bedingt geeignet
2-5	Ausleitung	sehr geeignet	sehr geeignet	sehr geeignet
2-6	Strömungsbild	sehr geeignet	sehr geeignet	ungeeignet
2-7	Querprofil	bedingt geeignet	bedingt geeignet	sehr geeignet
2-8	Profiltiefe	bedingt geeignet	ungeeignet	sehr geeignet
3-1	Tiefenvariabilität	bedingt geeignet	sehr geeignet	sehr geeignet
3-2	Breitenvariabilität	bedingt geeignet	sehr geeignet	sehr geeignet
3-3	Ufererosion	sehr geeignet	bedingt geeignet	sehr geeignet
3-4	Anlandungen	bedingt geeignet	bedingt geeignet	sehr geeignet
4-1	Böschungsbewuchs	sehr geeignet	sehr geeignet	sehr geeignet
4-2	Sonderstrukturen	sehr geeignet	sehr geeignet	sehr geeignet
4-3	Strömungsvielfalt	sehr geeignet	sehr geeignet	ungeeignet
4-4	Sohlsubstratvielfalt	bedingt geeignet	bedingt geeignet	ungeeignet

4-5	Kolmation	bedingt geeignet	ungeeignet	ungeeignet
5-1	Hochwasserschutzanlagen	sehr geeignet	sehr geeignet	sehr geeignet
5-2	Ausuferungsvermögen	sehr geeignet	sehr geeignet	sehr geeignet
6-1	Ufernahe Ausprägung oder Nutzung	sehr geeignet	sehr geeignet	sehr geeignet
7-1	Auennutzung	sehr geeignet	sehr geeignet	sehr geeignet

5 Zeitliche Projektabwicklung und Kosten

Im Zuge des Pilotprojektes handelt es sich um einen ca. 25km langen Gewässerabschnitt. Das Vor-Ort-Verfahren nahm für die Begehung einen Zeitaufwand von 8 Tagen ein, die Nachbearbeitung im Büro beanspruchte weitere 24 Tage.

Die Datenerhebung aus der Luft erfolgte innerhalb von drei Befliegungsstunden. Die Rohdatenprozessierung, welche bereits als Datengrundlage für die Auswertung diente, erfolgte innerhalb von zwei Tagen. Die Kartierung in ArcGIS nahm weitere 12 Tage in Anspruch.

Ein Vorteil der Befliegung besteht darin, dass eine zeitlich fixierte Bestandsaufnahme auch von größeren Gewässerabschnitten in sehr kurzer Zeit erfolgen kann und somit eine tatsächliche Momentaufnahme erfolgt.

Die Kosten für die Auswertung und Datenerhebung mit topobathymetrischem Laserscanner (10Pkt/m²), RGB-Mittelformatkamera (GSD~5cm), Thermobildkamera (GSD~20cm) und Spektralkamera (GSD~20cm) betrugen ca. das 1,5fache im Verhältnis zum terrestrischen Kartieraufwand. Jedoch beinhalten diese Daten einen wertvollen Mehrwert, da sie sowohl eine vollständige Vermessung des Gewässers wie auch genauere Bildinformationen liefern als sie bisher für Gewässer vorlagen. Zudem erfolgt eine 100%-Gebietsabdeckung für das Gewässer und keine querprofilstationierte Bewertung im Vergleich zur Vor-Ort-Methode.

6 Zusammenfassung

Derzeit wird eine unabhängige Gewässerstrukturkartierung durch das Landesamt für Umwelt, Bayern für den gleichen Gewässerabschnitt durchgeführt. Ziel ist der Sachbearbeiter unabhängige Vergleich der Ergebnisse einer Gewässerstrukturkartierung am Wielenbach aus der Luft und nach der klassischen Vor-Ort-Methode.

Folgende Methodenvergleiche liegen derzeit vor:

Tabelle 2 Methodenvergleich

Bewertungs-kriterium	GSK Vor-Ort-Methode	GSK Befliegung	Hinweis
Gebietserhebung	Querschnittsbasiert	vollständige Erfassung	
Erhebungsdauer	1,5 Wochen	3 Tage	Momentaufnahme bei GSK Befliegung, keine Veränderungen oder Unterbrechungen durch Witte-rung/Jahreszeit
Kosten	Faktor 1	Faktor 1,5	
Bewertung Einzelpa- rameter	Personenbezogen im Zuge der Begehung, nicht reproduzierbar	Personenbezogen im Zuge der internen Be- arbeitung, reproduzier- bar und vergleichbar	
Erfasste Einzelparame- ter	vollständig, aber nur Abschnittsweise	teil-vollständig, aber flächige Erhebung	bei GSK Befliegung Parameterableitung teilweise über Berech- nung
Bearbeitungszeit	Monat	2 Woche	Entwicklung von Au- tomatismen könnte eine Auswertung von Befliegungsdaten be- schleunigen
Erstellung der Gewäs- serstrukturkartierung	vollständig	vollständig	Identisches Bewer- tungsergebnis, teilwei- se Unterschiede in den Teilergebnissen
Zusatznutzen	-	weitere gewässerbezo- gene Daten	Vermessung, Luftbil- der, Thermobilder, Spektralbilder

Nach derzeitiger Bewertung stellt die Gewässerstrukturkartierung aus der Luft und somit mit Hilfe der Fernerkundung keine ergebnisbeeinflussende Ein-schränkung gegenüber einer Vor-Ort-Methode dar. Neben einer schnelleren Da-tenerhebung wird vor allem auch eine tatsächliche Momentaufnahme des Ge-wässers geschaffen. Die Auswertung ist Sachbearbeiter unabhängig und somit auch zeitlich unabhängig jederzeit reproduzierbar. Des Weiteren werden weitere Gebietsdaten erhoben, die für Fragestellungen der Wasserwirtschaft von Bedeu-tung sind. Gerade die morphologischen Parameter sind jedoch von deren Reprä-sentation über die Luftbilder abhängig. Somit sollten zum Zeitpunkt der Daten-erhebung möglichst klare Fließverhältnisse vorliegen. Da dies nicht bei jedem Gewässer zu erwarten ist, ist die Anwendbarkeit der Gewässerstrukturkartierung aus der Luft individuell für jedes Gewässer zu bewerten.

7 Literatur

- Aufleger, M., Steinbacher, F., Baran, R. and Woerndl, M., 2013: 'Alpine Airborne Hydromapping'. In: The Ministry of Water Resources, P.R. China and International Association for Hydro-Environment Engineering and Research (Ed.): 35th IAHR World Congress. ISBN 978-7-89414-588-8.
- Baran, R., Dobler, W., Steinbacher, F., Ritter, M., Niederwieser, M., Bengler, W. and Aufleger, M., 2013: 'Verschneidung von Airborne Hydromapping und Fächerecholotvermessung bei Rheinfeldern'. In: WasserWirtschaft - Fachzeitschrift für Wasser und Umwelt-technik 9/2013, P. 18 - 25.
- Böder, V. & Wessels, M. (2009), Einsatz hydrographischer Sensoren und Verfahren zur Untersuchung von Pockmark-Strukturen im Bodensee. In: Geoinformationen für die Küstenzone, Band 2, 159 – 164.
- Braun, E.; Schärpf, K. (1994): Internationale Bodensee-Tiefenvermessung 1990. - Landesvermessungsamt Baden-Württemberg (ed.), Stuttgart, pp. 1-98.
- Pfennigbauer M, Steinbacher F, Ullrich A, Aufleger M (2011) High resolution hydrographic airborne laser scanner for surveying inland waters and shallow coastal zones, Proc. of SPIE 8037-5.
- Steinbacher F, Pfennigbauer M, Aufleger M, Ullrich A (2010) AirborneHydroMapping – Area wide surveying of shallow water areas. Proc. of 38th ISPRS Congres, ISPRS.
- Steinbacher, F., Baran, R., Dobler, W., Aufleger, M. and Christiansen, L., 2013: 'Combining Novel and Traditional Survey Technologies to Monitor Coastal Environments: Airborne Hydromapping and Sonar Data along the Baltic Sea Coastline, Schleswig-Holstein.

Autoren:

DI Frank Steinbacher

Dipl.-Arch. Angelika Otto
Dipl.-Geogr. Tobias Stadler

AirborneHydroMapping GmbH
Technikerstr. 21a
A – 6020 Innsbruck

Steinbacher-Consult Ing.mbH & Co.KG
Umweltplanung
Richard-Wagner-Str. 6
86356 Neusäß

Tel.: +43 512 507 37800
E-Mail: info@ahm.co.at

Tel.: +49 821 46 059 0
Fax: +49 821 46 059 98
E-Mail: a.otto@steinbacher-consult.com
t.stadler@steinbacher-consult.com